图书情报工作
第 65 卷 第 14 期 2021 年 7 月

智慧图书馆建设评价指标体系构建与解析*

■ 段美珍[1,2] 初景利[3,4] 张冬荣[3,4] 张颖[3,4]

[1] 军事科学院军事科学信息研究中心 北京 100142 [2] 军事科学院图书馆 北京 100039

[3] 中国科学院文献情报中心 北京 100190 [4] 中国科学院大学经济管理学院图书情报与档案管理系 北京 100190

摘 要：[目的/意义]采用定量与定性相结合的方法，构建智慧图书馆建设评价指标体系，为开展智慧图书馆智慧化水平测度实践提供科学的评价标准和量化测评工具。[方法/过程]基于文献调研与智慧图书馆面向对象分析，初步拟定指标体系；运用德尔菲方法，针对初步拟定的指标进行专家咨询，以确定最终的评价指标体系；利用层次分析法与专家调查法计算并确定评价指标权重；基于智慧图书馆建设评价体系，对智慧图书馆建设策略与智慧化运行进行分析。[结果/结论]构建了由 4 个维度指标、12 个一级指标、50 个二级指标共同构成的智慧图书馆建设评价指标体系，从评价视角出发并提出智慧图书馆的智慧表征与建设策略。

关键词：智慧图书馆 评价指标体系 德尔菲法 层次分析法

分类号：G250.7

DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2021.14.004

1 引言

智慧图书馆是新时代人工智能等新兴技术发展的产物，是“十四五”图书馆高质量发展的重点方向[1]。自智慧地球等智慧化理念产生以来，智慧图书馆建设与发展日益引起相关领域研究者与实践者的关注，成为当前图书情报领域的重要研究议题。目前，国内外智慧图书馆领域相关研究主要聚焦于智慧图书馆的概念内涵与要素构成、智慧图书馆中的技术应用、智慧服务、智慧馆员等相关主题[2]。其中，智慧图书馆评价作为推进智慧图书馆事业发展的关键，其重要性也已在学界和业界达成共识：首先，在建设实践开展前，可为相关主体制定规划、确立建设要点和突破点提供参考；其次，在建设过程中，可帮助相关主体衡量阶段性成果并发现当中之不足，明确下一步工作重点；最后，在建设完成后，可为成果验收提供依据，为下一步完善提供思路。因此，开展智慧图书馆评价体系与评价模型构建研究与其他研究主题同等重要。

然而，目前国内外对智慧图书馆评价的研究比较薄弱，呈现出两化特点：一是局部评价片面化；二是整体评价宏观概念化。局部评价聚焦于智慧图书馆的某一构成要素，暂未形成点面结合的良好局面。在智慧服务评价中，周玲元等[3]利用 SERVQUAL 评价模型与用户感知理论，建立了智慧图书馆服务质量评价指标。在智慧馆员评价中，吴朋有娣[4]和陈凌等[5]从不同的能力层次，唐敏从不同的能力构成域[6]，构建了馆员能力评价指标体系。此外，还有个别研究者对智慧门户[7]与智慧图书馆资源利用[8]等进行了评价研究。整体评价虽然从总体出发对各评价维度和要素进行分析，但相关研究成果较为笼统，实践落地性和可操作性较弱。目前，仅有少数学者构建了系统性评价体系，如刘玉静等从感知、管理、服务、决策 4 个维度[9]，邓李君等从平台、资源、空间和服务 4 个维度[10]，对评价指标体系进行了研究。此外，李玉海等提出了判断智慧图书馆的 4 个方面，包括业务管理的智能化、服务的智慧化、保障环境的智慧化以及创新队伍的创新性[11]；唐敏指出智慧图书馆评价应从馆员、用户、硬件系统和软件系统 4 个方面进行[12]。

纵观已有研究，体系化的智慧图书馆评价研究较为缺乏，相关研究仍存在一些不足：现有评价指标体系

* 本文系国家社会科学基金重大项目“新时代我国文献信息资源保障体系重构研究”（项目编号：19ZDA345）研究成果之一。

作者简介：段美珍（ORCID：0000-0002-6924-1852），《中华医学图书情报杂志》副主编，馆员，博士；初景利（ORCID：0000-0003-0723-3985），期刊出版运营总监，系主任，教授，博士，博士生导师，通讯作者，E-mail：chujl@mail.las.ac.cn；张冬荣（ORCID：0000-0002-0745-3681），研究生教育处处长，系副主任兼信息素养教研室主任，研究馆员，硕士生导师；张颖（ORCID：0000-0002-1686-524X），博士研究生。

收稿日期：2021-04-09 本文起止页码：30-39 本文责任编辑：王传清

可操作性差，实践应用受阻；评价体系存在指标重复、部分指标偏重技术产品等问题，评价指标体系构建研究亟需科学理论与新方法的支撑；现有评价模型的定量属性不强，评价结果的表征不够精准。国内智慧图书馆领域亟需一个科学的、具有可操作性的建设参考框架，来指导实践工作的开展。本文将结合文献阅读与智慧图书馆面向对象分析，采用德尔菲法和层次分析等方法，构建一套定性与定量相结合的智慧图书馆建设评价指标体系，为引导图书馆智慧化建设实践、推进我国图书馆领域研究提供参考。

2 智慧图书馆建设评价指标构建

2.1 评价指标构建方法与思路

德尔菲法又称专家意见法，是一种重要的定性研究方法，具有匿名性、迭代性、统计性、可控反馈性的特点。它以匿名反馈的方式，分别征询专家对评价指标设计的意见，然后进行意见整合处理，并反馈结果，最终确定具体的评价指标体系[13]。

本研究首先结合文献阅读与智慧图书馆面向对象分析，初步拟定智慧图书馆建设评价指标体系；然后，采用德尔菲法，邀请专家对初步构建的指标体系进行定性和定量评议；最后，整合专家评议结果，结合高校智慧图书馆的特点，确定最终的评价指标体系。

2.2 评价指标初步构建

为保证指标体系的科学性与合理性，本研究以智慧图书馆的概念、内涵和认知模型为基础，将面向对象分析思想引入智慧图书馆评价过程中，通过对智慧图书馆系统中对象和对象间关联关系的分析[14]，从“馆员”“基础设施”“管理”和“服务”4 个评价维度初步构建“智慧图书馆建设评价指标体系”，包含 12 个一级指标和 32 个二级指标，见表 1。

2.3 评价指标专家咨询

调查问卷设计是开展专家咨询的必备要素，本研究根据各阶段形成的指标体系，利用李克特五点量表法设计咨询问卷，并对各指标的“必要性”等级分别赋值，然后，结合课题的实际情况，设计两轮专家咨询，对指标体系进行评议。

专家遴选是德尔菲法成败的关键，也是保证指标体系科学性的根本。本研究在专家选择过程中，本着专业性和权威性的原则，通过考察当前国内智慧图书馆实践和研究领域的学者和团队，初步选择 10 名领域资深专家组成专家组。这些专家全部都为正高级职称、博士学历、年龄在 45～65 岁之间，且都来自国内一

表 1 初步构建的“智慧图书馆建设评价指标体系”

维度指标	一级指标	二级指标
馆员	人才结构与分布	研究生及以上高学历馆员占比
		专业化学科馆员占比
		专业技术人员占比
	人才培养制度	能力开发和培养政策
		能力和绩效评估制度
	主体认知水平与观念	当前的业务能力与创新能力
		对自我能力发展的认知水平、重视程度和发展意识
		图书馆对馆员能力提升的认知水平、重视程度和发展意识
基础设施	信息通信基础设施建设	宽带网络覆盖情况
		信息网络共享水平
	公共空间的智能化建设	图书馆物理空间智能化水平
		图书馆虚拟现实空间建设情况
	信息平台的建设	基础数据与信息管理平台建设水平
		公共数据共享平台建设利用水平
		智能协同平台建设水平
管理	文献资源建设与管理	资源建设精准化、智能化程度
		资源融合汇聚程度
		资源管理过程智能化水平
	人员管理	身份识别智能化水平
		用户行为数据采集和管理智能化水平
		馆员工作流中数据采集和管理智能化水平
	运营管理	资源利用分析智慧化水平
		用户行为分析智慧化水平
		馆员绩效评估智慧化水平
服务	空间类服务	个性化智慧空间可利用程度
		空间内辅助创新服务可利用程度
	资源保障和管理类服务	资源发现和利用可获得程度
		个性化信息推送精准化程度
		科研数据管理开展程度
	能力培养和智力支持类服务	信息素养教育服务的开展程度
		决策支持类服务开展程度
		知识组织与传播类服务开展情况

流高校或者具有代表性的智慧图书馆实践机构，是国内智慧图书馆研究和实践领域的领军人物，具有非常高的权威性，在理论研究或实践经验层面对研究主题都有深入的了解，能够科学、客观地判断智慧图书馆建设评价指标体系，并提出合理且有价值的建议。

2.3.1 第一轮专家咨询

(1)问卷发放与回收。第一轮专家咨询主要是针对初步构建的“智慧图书馆建设评价指标体系”，发放评议问卷给专家组的 10 位专家。回收问卷 8 份，其中一份没有进行数据打分，但对整个指标体系提出了建

议,有效数据问卷为 7 份。咨询内容包括 5 个方面:①判断各项指标的必要性,选择评分等级(5 非常必要;4 必要;3 一般;2 不太必要;1 不必要);②评议各指标描述的明确性,选择评分等级(5 非常明确;4 明确;3 一般;2 模糊;1 非常模糊);③对需要修改的各项指标提出修改意见;④提出需要补充的指标;⑤对整个指标体系提出意见或建议。

(2)问卷数据分析。针对专家打分数据,综合采用平均值、高分(评分 5 和 4)专家占比、归一化标准差对数据进行分析,计算方法如公式(1) - 公式(4)所示。其中,专家意见的集中趋势用平均值、高分(评分 5 和 4)专家占比来反映;专家意见的离散程度用归一化标准差来反映,归一化标准差即首先针对每个专家给每一个指标的打分进行归一化计算,然后再基于归一化数据计算标准差。其中,归一化的目的是排除专家个人认识的误差以及偏见性,减小评价误差,如有的专家对整个指标体系的打分整体偏高,3 分在其打分项里属于低分,而有的专家对整个指标体系的打分整体偏低,3 分在其打分项里属于高分;标准差是用于评价单值与均值的离散程度,通常样本量大于等于 5 个时,标准差的计算才有必要。

每个指标打分的平均值计算公式为:

$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$ (x_n 为第 n 个专家的打分数,n 为专家个数) 公式(1)

每个指标中高分(评分 5 和 4)专家占比计算公式为:

$$y = \frac{\text{评分 5 和 4 的专家数}}{\text{参与评分的所有专家数}} \qquad \text{公式(2)}$$

每个专家对每一个指标打分的归一化计算公式为:

$$Z = \frac{x_j^i}{x_j} \qquad \text{公式(3)}$$

其中,x_j^i 为专家 j 对第 i 个指标的打分,x_j 为专家 j 对所有指标打分的和。

指标归一化标准差计算公式为:

$$\sigma = \sqrt{[(z'_1 - \tilde{z}')^2 + \cdots + (z'_n - \tilde{z}')^2]/n} \qquad \text{公式(4)}$$

其中,z'_n 为第 n 个专家打分的归一化,$\tilde{z}'$ 为所有专家打分归一化后的平均值。

- 必要性判定。针对各指标必要性的专家评议,通过计算高分选项的专家占比(必要性百分比)、归一化标准差对指标进行取舍,并根据研究要求设定取舍标准。若必要性百分比 < 60%,不论归一化标准差大小,则认为专家并未对该指标的必要性达成共识,可以考虑从指标体系中剔除或与其他指标合并处理;若必要性百分比 > 60%,但归一化标准差 > 0.005,则在结合专家文本意见修改后,列入第二轮咨询;若必要性百分比 > 60%,且归一化标准差 < 0.005,表明指标已达成共识。

根据第一轮各指标的必要性专家的打分结果,在初步构建的“智慧图书馆建设评价指标体系”所包含的 32 项二级指标中,共有 27 项指标达成共识,成为必要的指标;3 项指标(业务能力与创新能力、智能协同平台建设水平、信息素养教育服务的开展程度)的必要性百分比虽大于 60%,但其归一化标准差大于 0.005,暂未达成共识,需要根据专家意见进行修改,进入下一轮必要性评议;另有 5 项指标(自我认知能力、信息网络共享水平、图书馆虚拟现实空间建设情况、馆员绩效评估智慧化水平、科研数据管理开展程度)的必要性百分比小于 60%,考虑从指标中删除或与其他指标进行合并处理。

- 明确性判定。针对各指标明确性的专家评议,通过计算高分选项的专家占比(明确性百分比)、平均值对指标进行取舍,并根据研究要求设定取舍标准。若明确性百分比 < 60%,或平均值 < 3.5,表明指标明确性未达成共识;反之,则达成共识。

根据专家第一轮对各指标的明确性的打分结果,在初步构建的“智慧图书馆建设评价指标体系”的 32 项二级指标中,共有 26 项指标达成共识,成为明确的指标;6 项指标(专业技术人员占比、能力和绩效评估制度、自我认知能力、智慧馆员保障环境、信息网络共享水平、知识组织与传播类服务开展情况)的明确性未达成共识。事实上,即便数据显示指标达成共识,仍需要结合指标的必要性以及专家意见进行修改。

(3)专家评议建议。专家组对指标的整体框架比较认可,认为维度和一级指标的设计较为完善,二级指标可以更加明确。针对评价指标,专家组从宏观层面和微观指标角度提出了相关建议。

- 针对维度指标设计的宏观观点与建议。

馆员维度:对学历和专业应当淡化,新一轮科技革命已提出终身学习的理念,知识更新的时间已经不断缩短,学历在智慧馆员中的权重已不重要;在智慧图书馆建设中,馆员应不断学习、不断创新、勇于尝试、紧跟时代、紧跟技术发展。

基础设施维度:应当注重新一轮科技革命的多点突破,群体并进的革命特点,主要包括三网五技(互联

段美珍，初景利，张冬荣，等.智慧图书馆建设评价指标体系构建与解析[J].图书情报工作,2021,65(14):30－39.

网、移动互联网、物联网;大数据、云计算、人工智能、区块链、5G),在评价指标中应都有所体现。

管理维度:加强对于数据驱动应用于各个应用系统的考评;关注原始数据的存储、清洗和利用以及大数据基础上的预测、推荐、用户画像、学术画像等;另外,作为智慧图书馆入口的平台应该是开放的,要将一切人和物都作为管理平台的对象,实现分布式、轻量化、迭代管理。

服务维度:在信息素养中应注重数据素养和数商的培养,可增设服务智敏度的指标;关注 AI、AR 和 VR 等新兴技术在图书馆中的应用。

- 针对二级指标修改的微观具体建议。

专业技术人员占比:什么是专业技术人员不明确,建议修改为"专业信息技术人员占比";能力培养与培训政策、能力和绩效评估制度指标较难考核,建议明确细化。

宽带网络覆盖情况:当前不是覆盖问题,而是带宽,网络全覆盖不代表能流畅使用。

信息网络共享水平:信息共享往往不是通过网络实现的,是通过信息系统实现的。

- 增加指标的建议。图书馆业务的数据采集设备、技术应用;通过 VPN 等技术手段实现校外远程访问的指标;文献资源揭示深度和细粒度;空间利用的可获取及便捷程度;知识挖掘和知识组织的智能性;馆员激励机制的设计;智库服务功能的设计。

(4)指标修正结果。综合考虑专家对指标"必要性"和"明确性"的评分以及文本建议,本研究对专家的意见和建议进行剖析,并对初步构建的智慧图书馆建设评价指标体系进行相应的修改,形成了第二轮专家评议问卷。

馆员维度:学历和专业权重可以小,但其重要性依旧不能忽视,知识更新快,但学历学习中的能力培养很难在短时间内通过自我学习达到。对于专业更是如此,理工医科等入门要求较高且需要长时间积淀的专业,能够深入理解其学科和理论知识并不容易,自我学习需要一个漫长的过程。于图书馆的发展现实而言,忽视馆员学历和专业,把大部分希望寄予再学习,难以满足图书馆迫切的现实需要。从人才培养制度和主体认知水平与观念角度,根据专家建议,结合当前图书馆的发展现实进行指标细化,提高指标的可操作性。

基础设施维度:智慧图书馆的发展与信息技术的发展和应用密不可分。在互联网已得到普遍应用的时代,图书馆有线宽带的覆盖已经基本实现,无线网络连接的覆盖率和速度对用户的影响作用或许更大。此外,大数据、云存储等新技术和无障碍信息平台的应用是智慧图书馆"新形态"特点的充分体现,因此在指标体系中突出体现是必要的。

管理维度:信息和数据是图书馆管理和服务精准化的源泉。采集和存储是管理过程的第一步,没有大容量数据的快速、有序获取,分析和服务推送等业务环节就寸步难行。此外,数据分析作为管理过程的关键环节,其分析结果是作出管理决策和服务决策的前提和基础。因此,管理维度指标体系下,信息和数据的采集、组织和分析至关重要。

服务维度:智慧图书馆服务具有服务场所泛在化、服务空间虚拟化、服务手段智能化、服务方式集成化和服务内容知识化等特点,因此有必要关注新兴技术在图书馆服务中的应用,提升用户服务的个性化水平。

2.3.2 第二轮专家咨询

(1)问卷发放与回收。第二轮专家咨询是通过电子邮件的方式将评议问卷发放给专家,此次参与咨询的专家为参加过第一轮咨询环节的 7 位专家。咨询内容包括 4 个方面:①判断各项指标的必要性,选择评分等级代码(5 非常必要;4 必要;3 一般;2 不太必要;1 不必要);②对需要修改的各项指标提出修改意见;③提出需要补充的指标;④对整个指标体系提出意见或建议。

(2)评议数据与意见分析。针对专家打分数据,本次咨询采用算术平均数法(计算方法见公式(1))对数据进行分析,当必要性平均得分大于 3 时,认为指标必要性已达标,列入指标体系,否则删除。根据计算结果,"平均每年出国访学人次"的专家平均得分为 3,"图书馆出版与出版服务开展程度"的专家平均得分为 2.86,不满足要求,故删除。

第二轮咨询中,专家普遍认为,修改后的指标体系与第一轮指标体系相比,设置更为清晰合理,指标的可操作性也得到了极大的增强。此外,专家对部分二级指标提出了一些改进建议。如专家认为,评估制度和激励制度通常是关联的,"馆员智慧化评估体系的建设和应用成熟度"和"馆员智慧化激励制度的建设和应用成熟度"可以合并为"馆员考评与奖惩制度构建及应用的成熟度";"平均每年参加学术会议人次"用"支持馆员学习与再学习的经费"来反映,操作性更强。

(3)评价指标最终确立。经过第二轮专家评议和咨询,本研究对原有指标体系进行增删、合并以及修改表述方式等处理,保证指标的科学性、前瞻性和可操作性。

最终形成由 4 个维度指标、12 个一级指标、50 个二级指标共同构成的“智慧图书馆建设评价指标体系”。

3 智慧图书馆建设评价指标权重确定

完整的评价体系通常包括指标体系构建和指标权重确定两部分,指标体系是对被评价对象属性的反映,指标权重是对属性重要性的反映。基于前文所确定的评价指标,下文将利用层次分析法,通过定量与定性结合的方式来确定各项指标在智慧图书馆建设评价指标体系中的权重。

3.1 基于层次分析法的指标权重确定

采用层次分析法,对维度指标和一级指标的权重进行计算有两种思路。第一种,即采用层次分析的基本方法,根据每位专家的评议数据构建各自的判断矩阵,计算出每位专家对指标体系中相关指标权重的赋值,然后再对所有专家的权重进行加权计算;第二种,即把每位专家对相关指标的相对比较值进行加权平均、取中位数或众数等处理后,再构建判断矩阵,计算出最终的指标权重。两种计算思路各有优缺点,根据本研究中专家规模相对较小,且不同专家对于智慧图书馆这一处于探索期的事物存在一定认识差异的现状,选择第一种计算思路对“维度指标”和“一级指标”的权重进行确定,这可以避免忽略相关数据所携带的信息。

3.1.1 构建层次结构模型

根据层次分析法的实施原则,基于最终构建的智慧图书馆建设评价指标体系,利用 yaahp 构建针对维度指标和一级指标的层次结构如图 1 所示。其中“智慧图书馆建设评价”为决策目标层,中间两层(维度指标层和一级指标层)为准则层,最后一层为方案层。

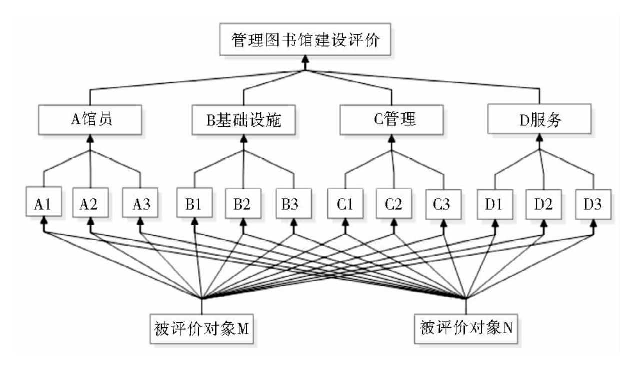


图 1 智慧图书馆建设评价指标体系层次结构

3.1.2 构造判断矩阵

判断矩阵表示同一层次结构要素内,相关元素之间对于上级元素的相对重要性比值。由图 1 可见,目标层与维度层、维度层与一级指标层有关联,因此通过第二轮专家咨询中获得的 7 位领域专家的评议数据,构建 7 组“目标 - 维度层、馆员维度 - 一级指标层、基础设施维度 - 一级指标层、管理维度 - 一级指标层、服务维度 - 一级指标层”判断矩阵群。以“目标 - 维度层”为例,构建的判断矩阵 S 如表 2 所示,其中,W_{ab} 表示对于目标层而言,A 与 B 两元素之间的相对重要性标度。

表 2 判断矩阵 S

	A	B	C	D
A	W_{aa}	W_{ab}	W_{ac}	W_{ad}
B	W_{ba}	W_{bb}	W_{bc}	W_{bd}
C	W_{Wa}	W_{cb}	W_{cc}	W_{cd}
D	W_{da}	W_{db}	W_{dc}	W_{dd}

3.1.3 单层次排序及一致性检验

基于 7 位咨询专家的评议数据,构建 7 组判断矩阵群,分别计算出每位专家对指标体系中相关指标权重的赋值,并进行一致性检验。检验系数 CR = CL/RI,RI 为平均随机一致性指标。当 CR < 0.1 时,则认为判断矩阵的一致性是可以接受的;当 CR > 0.1 时,对判断矩阵进行适当修改。本研究利用 yaahp 软件进行矩阵计算,设定“自动选择调整算法”选项,根据数据情况选择合适的算法对判断矩阵进行调整,计算专家组中每位专家的指标权重,并对 7 位专家的指标权重计算结果进行加权计算,得到智慧图书馆建设评价指标最终的单排序权重结果。

3.1.4 层次总排序

在确定专家组单层次排序权重后,计算一级指标层中所有元素对于最高决策目标层(智慧图书馆建设评价)相对重要性的权值。在计算过程中,为保证所有元素比重之和为“1”,对各专家数据进行归一化处理,计算出各专家的所有一级指标的权重值。最后,对所有专家的权重进行加权计算,得到最终的指标权重。

3.2 基于专家调查法的指标权重确定:二级指标

二级指标层作为整个指标体系的最后一层,对整个指标的可操作性和实施性具有决定性的作用,因此确定二级指标对目标层的重要性权重对今后指标的实践应用至关重要。但由于二级指标层的指标数量庞大,与维度指标层和一级指标层相比,指标元素两两对比的实施难度和计算难度过大,因此本研究最终采用专家直接赋权的方式进行权重的确定。具体实施和计算过程包括两个步骤:一是邀请专家组进行评议,对每个二级指标在所在一级指标中的重要性占比进行打

分;二是对各专家的打分数据进行加权计算,最终得到二级指标相对于一级指标层的重要性占比。

3.3 智慧图书馆评价指标权重确定

通过以上对维度指标、一级指标和二级指标的权重计算,得到各指标元素对于目标决策层智慧图书馆建设评价的权重,最终构建完整的智慧图书馆建设评价指标体系,其中包括维度指标 4 个、一级指标 12 个、二级指标 50 个如表 3 所示:

表 3 智慧图书馆建设评价指标体系

维度指标	权重/%	一级指标	权重/%	二级指标	权重/%
A 馆员	16.52	A1 人才结构与分布	4.16	A11 副高及以上职称馆员占比	0.77
				A12 高素质(硕士及以上)馆员占比	1.22
				A13 专业信息技术人员规模	1.28
				A14 专业化学科馆员占比	0.89
		A2 人才培养制度	5.77	A21 支持图书馆员学习和再学习的经费投入	0.68
				A22 平均每年参加职业能力培训的人次	1.15
				A23 智慧馆员队伍建设规划及实施的成熟度	1.33
				A24 馆员考评与奖惩制度构建及应用的成熟度	2.62
		A3 主体能力与认知	6.60	A31 具有全面业务能力的馆员团队建设情况	2.83
				A32 图书馆馆员队伍的创新能力水平	3.77
B 基础设施	21.06	B1 信息通信基础设施建设	6.34	B11 无线网络连接(WIFI)覆盖率	2.84
				B12 图书馆无线网络(WIFI)使用的流畅情况	2.11
				B13 5G 技术在图书馆的普及程度	1.39
		B2 公共空间的智能化建设	6.47	B21 图书馆物理环境的智能化调节水平	1.43
				B22 图书馆内智慧空间的建设情况	0.69
				B23 图书馆空间管理的智能化水平	1.43
				B24 空间定位的精准化程度	0.97
				B25 身份识别的智能化水平	1.94
		B3 信息平台的建设	8.19	B31 基础数据与信息管理平台建设水平	1.81
				B32 公共数据共享平台建设利用水平	1.69
				B33 各类信息平台的集成管理程度	1.75
				B34 跨网络访问通道建设情况	0.95
				B35 云存储平台建设水平	0.68
				B36 大数据技术在信息平台中应用的成熟度	0.87
				B37 区块链技术在信息平台中应用的成熟度	0.44
C 管理	23.24	C1 文献资源建设与管理	10.15	C11 资源精准购买的智能化决策程度	2.32
				C12 开放资源采集的智能化水平	0.94
				C13 机构成员科研成果采集的智能化水平	1.30
				C14 馆藏纸质资源电子化程度	0.99
				C15 全类型资源标引的规范化和智能化程度	1.77
				C16 文献资源智能标引的细粒度	1.59
				C17 文献资源管理过程智能化水平	1.23
		C2 人员管理	4.04	C21 用户行为数据采集和管理智能化水平	2.48
				C22 馆员工作流中数据采集和管理智能化水平	1.56
		C3 运营管理	9.07	C31 资源利用分析智慧化水平	4.28
				C32 用户行为分析智慧化水平	4.80
D 服务	39.18	D1 空间类服务	4.46	D11 个性化空间利用的可获取及便捷程度	1.15
				D12 个性化空间内辅助创新服务可利用程度	1.15
				D13 基于 AI 机器人的智能引导及咨询服务成熟度	1.02
				D14 VR 沉浸式服务成熟度	0.64
				D15 AR 增强现实服务成熟度	0.51
		D2 资源保障和管理类服务	17.9	D21 资源发现及利用的准确程度和便捷程度	5.52
				D22 知识资源深度挖掘服务的可获取程度	4.37
				D23 个性化服务精准化程度	4.75
				D24 科研数据管理服务程度	3.34
		D3 能力培养和智力支持类服务	16.77	D31 决策支持与智库服务开展程度	4.19
				D32 基于新技术手段开展信息素养教育的情况	3.93
				D33 基于新技术手段开展数据素养教育的情况	3.75
				D34 科研与创新素养教育的开展程度	3.14
				D35 基于新技术手段开展科普服务的情况	1.76

4　评价视角下智慧图书馆建设与发展

4.1　评价指标体系下智慧图书馆的智慧表征

为了更好地展现评价指标体系下，智慧图书馆建设和运行的整体效果，本文利用“系统－空间”的混合方式构建智慧图书馆系统架构见图 2。其中，系统分析层面主要是根据前文中评价指标体系构建结果，从基础设施、管理、服务和人 4 个维度出发进行系统架构，主要反映的是图书馆智慧要素和功能布局；空间分析层面主要是基于智慧图书馆数据驱动的运行特点，从关联智慧图书馆系统内部运行的数据要素出发，将智慧图书馆分成 3 个空间层次，包括感知网络层、数据管理层和数据应用层，主要反映的是图书馆智慧运行的流程和机制。其中，以数据为关键连接的智慧运行流程是智慧图书馆各项功能要素发挥作用的重要支撑和内在驱动，各功能要素及其属性是智慧运行的结果和外在表现。“系统－空间”混合框架下相关要素和功能的交融及协同运作能力就是图书馆“智慧”能力的具体体现。

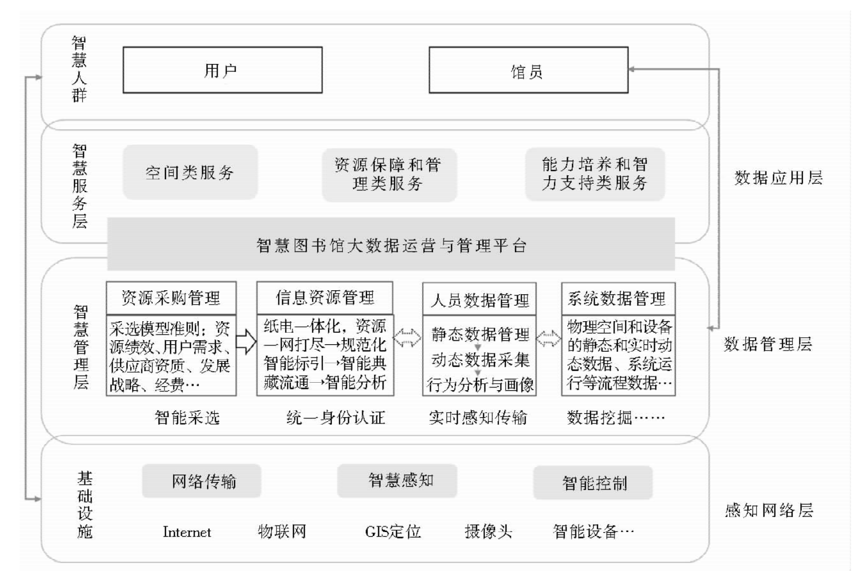


图 2　基于评价指标体系的智慧图书馆系统架构

4.1.1　空间分析视角下智慧图书馆的智慧表征

立足用户行为和需求满足，从图 2 的整体架构体系中，抽象出如图 3 所示的循环流程。首先，用户需求是保证图书馆可持续发展的关键和核心。在具体运行流程中，图书馆借助网络传输和智能感知等技术，对图书馆系统中的用户行为和需求进行智能识别，根据馆员在系统中提前设置的元数据标准和规范，对用户行为数据进行自动记录，并把相关数据传输到用户数据平台中进行有序的组织和存储。然后，大数据池对信息资源数据和用户数据等多元数据进行融合，并根据系统中的人工建模或机器建模，基于大数据和深度学习等技术对每个用户或者每一类用户进行自动画像、给出用户特征标签，最终由计算机系统为用户自动生成符合其基本需求的产品，或者由专业馆员结合其专业素养和系统分析结果为用户提供更加深层次的服务内容。最后，馆员将已生成的智慧产品存储到图书馆知识库，将用户反馈存储到用户数据库中，为下一次用户需求分析和满足提供更多的数据支持。在新一轮用户服务开启的过程中，系统会根据用户反馈和新的行为及需求，对数据模型进行不断优化，通过反复的迭代，为用户提供更加个性化的深层次服务。

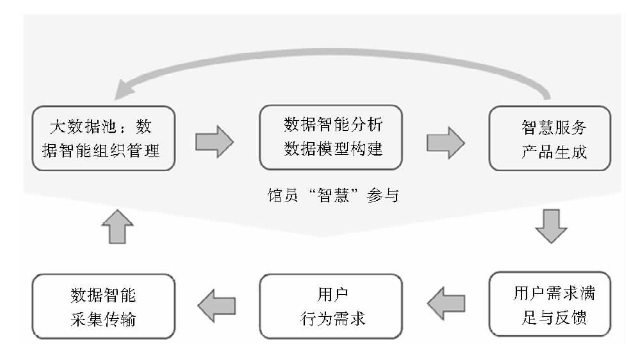


图 3　数据驱动的智慧图书馆运行流程

在以上运行流程中，图书馆的“智慧”通过两个方面来体现：一是数据的智能采集、组织和分析等智能处理过程，以及基于大数据技术和深度学习的机器模型的构建，实质上是一种机器智能；二是馆员的“智慧”投入和参与，包括系统运行中所需要的各类标准规范和模型的构建，以及在技术系统和系统资源的辅助下，馆员基于其专业知识为用户提供的需求解决方案。这

两个方面的“智慧”表征充分体现了智慧图书馆以“人机耦合”方式运行的特点。

4.1.2　系统分析视角下智慧图书馆的智慧表征

由图2可见，智慧图书馆系统主要包括基础设施层、智慧管理层、智慧服务层和智慧人群4个模块。在建设和运行过程中，各功能模块的智慧表征主要体现在3个层面：一是基于信息技术构建的系统平台或者设备，本身具有智能化和自动化的特点；二是具有专业知识和能力的馆员，本身能够创造和产生智力资源；三是馆员和系统平台之间相互辅助，实现管理的智能化和服务的智慧化。

首先，智慧图书馆底层网络传输、智能感知和智能控制等相关技术及设备的部署是图书馆系统运行中数据获取的关键渠道和重要窗口，可以智能监测、识别和采集图书馆内各类系统、设备和馆藏资源运行的实时动态数据，也可以感知、识别和采集用户与图书馆交互产生的各项行为数据，然后将相关数据传输到智慧管理层的不同数据模块，由图书馆大数据运营和管理中心对所有数据进行统一管理，为实现图书馆全面感知互联、服务与管理的精准高效，以及图书馆范围内不同系统、业务部门等之间的数据融合和信息共享提供技术支撑和安全保障。在智慧图书馆系统架构中，智慧管理层的资源采购管理、信息资源管理、人员数据管理和系统数据管理，以及智慧服务层相关服务项目的开展，都依赖于基础设施的构建和正常运行。

智慧管理以各类系统平台和数据库为基础，运用互联网、物联网、大数据和人工智能等技术发挥其管理的职能，对资源、人员和系统等涉及到的多元数据进行描述组织和优化整合，从而实现管理的高效精准，是智慧图书馆系统架构的关键枢纽。智慧管理的形成和发展需要基础设施的支撑以及智慧人群的实际参与，其发展对智慧服务的效能发挥具有决定性的影响。①资源采购管理系统模块：馆员综合考虑资源绩效、用户需求、供应商评估、经费和战略发展目标等要素构建采购模型，通过设定的网络采购流程，可实现个性化自助采选，并对采购资源的元数据进行自动采集。②信息资源管理系统模块：对馆藏各类文献资源进行数字化处理，建立规范化的元数据，并利用数据挖掘和语义识别等技术对相关资源进行自动化、智能化标引，从而实现图书馆海量信息资源的整合，为下一步资源的统一检索和深层次知识挖掘提供保障。③人员数据管理系统模块：通过感知技术和系统日志等对用户的动态行为数据进行采集，结合用户静态数据构建数据模型，构建用户画像，发现用户需求，为下一步个性化精准服务的提供创造条件。④系统数据管理：主要是对图书馆物理空间和设备资产等的静态数据和动态数据进行监测，有利于保证图书馆的有序运行和优化管理。

智慧服务是直接或者间接利用馆员智慧满足用户需求的活动，其中基础设施是服务手段，数据是关键核心，馆员是深层次智力服务的主要提供者。智慧服务主要包括3个方面：①空间类服务：主要是针对用户的空间需求，将信息技术与图书馆物理场景及信息资源结合，为其提供智能化、沉浸式和开放创新的空间服务。创新场景的营造和智能化空间服务是图书馆“智慧”的具体体现。②资源保障和管理类服务：主要针对用户的信息资源需求，基于智慧管理模块中的大数据运行和管理平台，一方面为用户提供全类型资源的一站式整合检索和发现服务，并基于检索主题和结果进行深度分析和知识挖掘，自动生成知识图谱和研究态势报告等；另一方面，基于用户行为数据和系统中内设模型，构建用户画像，为其推送高质量的信息资源和服务。③能力培养和智力支持类服务：这类服务的提供主要是依赖于馆员的智力投入。一方面，借助各种便捷的技术设备和工具，通过信息素养、数据素养和创新素养等服务来提高馆员对信息和数据等的应用能力，传递的是一种“授之以渔”的智慧；另一方面，借助大数据和人工智能等数据分析和挖掘手段，为用户创建决策支持服务和产品，传递的是一种“授之以鱼”的智慧。

智慧人群作为智慧图书馆系统架构的重要支撑要素，既是智慧图书馆的管理者和运营者，也是智慧图书馆建设成果的享用者。智慧图书馆系统架构各要素的形成和运营都离不开人的参与，都需要依靠人的智慧的选择和表达。馆员的智慧主要表现在辅助机器运行和智力服务两个层面。

4.2　评价指标体系下智慧图书馆的建设策略

根据前述研究结果中所确定的评价指标权重，对各指标要素的重要性进行分析，并针对智慧图书馆建设实践提出一些可资借鉴的思路。

4.2.1　维度指标与智慧图书馆建设

在智慧图书馆建设中，服务、管理、基础设施和馆员的智慧化程度对图书馆智慧化建设的影响程度从高到低排序。其中，服务在整个指标体系中的权重值最大，这与图书馆“服务为王、用户至上”的发展理念以及文化服务机构的性质和定位相吻合。在图书馆智慧化建设过程中，应将智慧服务作为非常重要且核心的目标。管理和基础设施的权重次之，专家组综合认为这两者对于智慧图书馆的建设和发展来说，影响作用

和重要性是相当的,这与两者在图书馆建设中所发挥的作用息息相关。管理是图书馆有序运行和发展的核心,也是高效率服务的前提和保证,是图书馆软实力的重要组成部分。没有智慧化的管理,图书馆所拥有的各类软硬件资源的效用都不能发挥到极致。而基础设施是承载管理和服务工作的重要载体和中介,是图书馆"智能化"特点的重要表现,没有智能化和智慧化基础设施的配置,图书馆智慧管理和智慧服务就难以实现。馆员在整个指标体系中的重要性占为 16.52%,虽与其他 3 个指标维度要素相比权重最小,但差异并不存在极端情况。因此,在智慧图书馆建设过程中,要循序渐进,可以优先考虑管理和基础设施的智慧化建设,并在条件允许的情况下,加大对馆员队伍智慧化建设的投入力度。

4.2.2 一级指标与智慧图书馆建设

(1)馆员维度。馆员维度下设 3 个一级指标,其中 A3 主体能力与认知所占比重最大,与其他两个指标的权重之和相当,这说明在馆员队伍建设过程中,馆员能力的培养和提升才是重中之重。而事实上,人才队伍建设规划和人才队伍培养制度服务的目的也都是促进馆员队伍建设,在具体实践过程中都服务于馆员队伍和能力建设这个终极目标。A2 人才培养制度与 A1 人才结构与分布相比,前者的权值更大也更为重要。可见,对于智慧图书馆建设而言,制度保障是馆员建设的关键支撑。

(2)基础设施维度。基础设施维度中 B3 信息平台的建设所占比重最大,其重要性占比接近所在一级指标的一半,这说明在图书馆基础设施建设过程中,信息平台的建设是最为关键的,这与图书馆所处的发展环境密不可分。在新技术环境,无论是图书馆还是其他实体,都离不开信息技术的支持,高效率的管理和服务在很大程度上都依赖于信息平台的建设程度。B2 公共空间的智能化建设的重要性占比排第二,公共空间是除信息平台等网络虚拟空间建设外,新技术在图书馆物理空间的应用和延伸,是图书馆实现智能化必不可少的部分。B1 信息通信基础设施建设占比最小,虽然该类设施在智慧图书馆运行过程中发展的直接效用并不高,但其对于其他一系列智慧化建设的开展是必要的。因此,在当前环境下,基础设施的建设应首先保证基本信息通信设施和技术的应用,并将重点放在信息平台的建设上。

(3)管理维度。管理维度下设一级指标的重要性占比虽不存在极端值,但仍有差别。其中运营管理占比最大,属于图书馆管理过程的最高阶段,其智能化和智慧化建设过程,对图书馆智慧服务的实现具有极大的影响;其次是文献资源建设与管理,在管理维度中重要性占比排名第二,与运行管理差距不大,是图书馆管理与服务过程的核心。文献资源是图书馆建设和发展的基础,其建设和管理对图书馆的服务质量和长远具有决定性的影响;而就人员管理来说,人是唯一能够发挥主观能动性的要素,是图书馆中"活"的存在,对用户和馆员相关数据进行采集和管理,是运营管理的前提,也是实现智慧服务的关键。因此,在智慧图书馆建设过程中,应充分关注运营管理,突出数据驱动在的图书馆重要性。同时,还应将文献资源建设与管理放在智慧图书馆建设的核心位置,并兼顾人员管理。

(4)服务维度。服务维度下权重最大的是资源保障和管理类服务,其次是能力培养和智力支持类服务,最小的是空间类服务,其中前两者的重要性占比远超空间类服务,这种权重结构与当前用户需求和图书馆的发展环境相吻合。在数字化和网络化发展的今天,足不出户的服务方式和服务内容与用户的行为习惯和需求更为符合,更受用户青睐,因此空间类服务的比重相对较小。图书馆作为信息服务机构的重要组成部分,资源能力是其区别于其他类型信息机构的最大特点,也是图书馆能够立足的最大优势,能力培养与智力支持类服务是图书馆在发展过程中不断拓展服务内容和提升服务能力的重要方面。综上所述,在图书馆智慧服务培育过程中,应将资源类服务放在首位,同时加强能力培养和智力支持类服务建设,把更多的资金和精力部署在这两类服务中。

4.2.3 二级指标与智慧图书馆建设

在 50 个二级指标中,相对于目标层智慧图书馆建设评价,权重值超过 4% 的指标有 6 个,按权重大小排序为:D31(决策支持与智库服务开展程度)、C31(资源利用分析智慧化水平)、D22(知识资源深度挖掘服务的可获取程度)、D23(个性化服务精准化程度)、C32(用户行为分析智慧化水平)和 D21(资源发现及利用的准确程度和便捷程度)。可以看出,服务精准化、知识化和个性化以及用户行为和资源利用的智慧化分析对智慧图书馆的建设最为重要,其中 D21 是所有指标中唯一一个权重超过 5% 的。此外,还有很多权重较低的指标,如区块链技术、AR 和 VR 在图书馆中的应用等。通过对比权重较高和较低的指标可以看出,新兴技术的引入与应用固然重要,但数据驱动发展和服务内容优化等才是智慧图书馆建设中更加关键的。因此,在实践建设过程中,图书馆等实践主体应抓住智慧图书馆的本质,突出建设重点,同时兼顾其他方面。

5 结语

智慧图书馆评价是推进智慧图书馆事业发展的重要环节,其研究与智慧图书馆的概念特征、技术应用和服务模式等领域研究共同构成了完整的智慧图书馆理论体系。本研究所构建评价指标体系具有很强的实用性和可操作性,不仅为今后智慧图书馆评价研究提供了新思路,还为智慧图书馆建设实践提供了理论指导,有利于促进智慧图书馆建设工作、管理工作和评价工作的规范化和标准化。但本文中研究结果是在当前发展环境和认知水平下所构建的,对未来智慧图书馆建设实践与研究的发展而言,评价体系还需进一步深入研究和完善。

致谢:特别感谢参与本研究专家咨询过程的各位老师,谢谢你们辛勤的指导与帮助。

参考文献:

[1] 段美珍,冯占英,李雯,等. "十四五"时期图书馆发展趋势与路径研究[J]. 中华医学图书情报杂志,2021,30(1):5－11.
[2] 段美珍,初景利. 国内外智慧图书馆研究述评[J]. 图书馆论坛,2019,39(11):104－112.
[3] 周玲元,闫思琪,朱翔宇. "智慧图书馆"情境感知服务模式及评价研究[J]. 图书馆学研究,2017(21):23－30.
[4] 吴朋有娣. 智慧馆员能力评价体系研究[D]. 长春:东北师范大学,2018.
[5] 陈凌,王燕雯. 智慧图书馆馆员综合能力评价指标研究[J]. 数字图书馆论坛,2018(4):66－72.
[6] 唐敏. 基于智慧图书馆智慧馆员评估的馆员建设[J]. 智库时代,2019(13):186, 188.
[7] 孟璐. 面向用户需求的高校图书馆智慧门户评价体系[J]. 科教导刊(上旬刊),2020(19):178－179.
[8] 唐清,唐振贵. 借－阅融合视角下智慧图书馆馆藏资源利用评价研究[J]. 图书馆工作与研究,2019(10):67－74.
[9] 刘玉静,张秀华. 智慧图书馆智慧化水平测度评估研究[J]. 图书与情报,2018(5):98－102.
[10] 邓李君,杨文建. 基于用户满意视角的智慧图书馆评价体系研究[J]. 图书馆学研究,2020(3):18－25.
[11] 李玉海,金喆,李佳会,等. 我国智慧图书馆建设面临的五大问题[J]. 中国图书馆学报,2020,46(2):17－26.
[12] 唐敏. 智慧图书馆评估对象与评估方法构建探究[J]. 哈尔滨职业技术学院学报,2018(6):31－33,131.
[13] HUMPHREY-MURTO S, WOOD T J, GONSALVES C, et al. The Delphi method[J]. Acad Med., 2020,95(1): 168.
[14] 段美珍. 智慧图书馆建设评价模型与应用研究[D]. 北京:中国科学院大学,2020.

作者贡献说明:
段美珍:资料调研与论文撰写;
初景利:思路指导与论文审定;
张冬荣:论文修改与审定;
张颖:资料整理与论文修改。

Research on the Construction of Evaluation Index System of Smart Library Development in Colleges

Duan Meizhen[1,2] Chu Jingli[3,4] Zhang Dongrong[3,4] Zhang Ying[3,4]
[1] Information Research Center of Military Sciences, Academy of Military Sciences, Beijing 100142
[2] Library of Academy of Military Sciences, Beijing 100039
[3] National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190
[4] Department of Library, Information and Archives Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190

Abstract: [**Purpose/significance**] The evaluation index system of smart library development is constructed by combining quantitative and qualitative methods, which provides scientific standard and quantitative tool for the evaluation practice of smart library. [**Method/process**] Based on literature research and object-oriented analysis of smart library, the index system was preliminarily formulated. Then, aiming at the preliminary indicators, Delphi method was used tocarry out expert consultation, andthe final evaluation index systemwas determined. Meanwhile, Analytic Hierarchy Process (AHP) and expert survey were used to calculate and determine the weight of evaluation indexes. Finally, based on the evaluation index system, the development strategy and operation of smart library were analyzed. [**Result/conclusion**] The evaluation index system of smart library development was constructed, which consisted of 4 dimensions, 12 first-level indexes and 50 second-level indexes. Under the perspective of evaluation, the smart representation and developmentstrategy of smart library were provided.

Keywords: smart library evaluation index system Delphi method analytic hierarchy process (AHP)